



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :

H01J 1/30

A1

(11) Numéro de publication internationale:

WO 00/70638

(43) Date de publication internationale: 23 novembre 2000 (23.11.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01297

(22) Date de dépôt international: 12 mai 2000 (12.05.00)

(30) Données relatives à la priorité:

99/06254

12 mai 1999 (12.05.99)

FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I [FR/FR]; 43, boulevard du 11 Novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): VU THIEN, Binh [FR/FR]; 19, rue des 3 Pierres, F-69007 Lyon (FR). DUPIN, Jean-Pierre [FR/FR]; 8, rue Jules Kumer, F-69100 Villeurbanne (FR). THEVENARD, Paul [FR/FR]; 9, rue Guyot, F-69300 Caluire (FR).

(74) Mandataire: THIBAUT, Jean-Marc; Cabinet Beau de Loménie, 51, avenue Jean Jaurès, Boîte postale 7073, F-69301 Lyon Cedex 07 (FR).

(81) Etats désignés: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR EXTRACTION OF ELECTRODES IN A VACUUM AND EMISSION CATHODES FOR SAID DEVICE

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF POUR EXTRAIRE DES ELECTRONS DANS LE VIDE ET CATHODES D'EMISSION POUR UN TEL DISPOSITIF

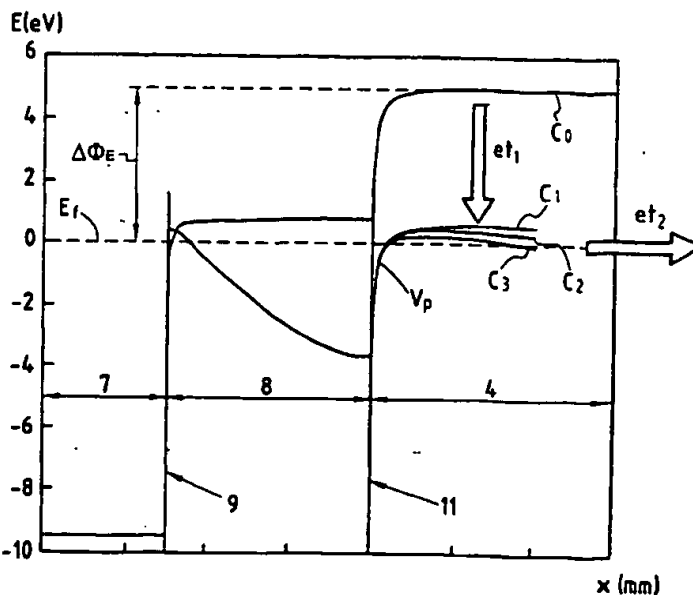
## (57) Abstract

The inventive method for extracting electrons in a vacuum consists in the following: creation of a cathode which comprises at least one junction (9) between a metal (7) which is used as an electron reservoir and an n-type semiconductor (8), possessing a surface potential barrier which has a height which is measured in tenths of electron volts and having a thickness ranging from 1-20 nm; the electrons are injected via the metal-semiconductor junction (9) in order to create a charge which has enough space to reduce the semiconductor surface potential barrier to a value which is lower than or equal to 1 eV in relation to the Fermi level of the metal (7); the height of the n-type semiconductor surface potential barrier ( $V_p$ ) is controlled with the aid of the polarization source creating an electric field in a vacuum in order to regulate emission of the electron flow to the anode.

## (57) Abrégé

Selon l'invention, le procédé pour extraire dans le vide des électrons consiste : à réaliser une cathode présentant au moins une jonction (9) entre un métal

(7) servant de réservoir d'électrons et un semi-conducteur (8) de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de surface de quelques dixièmes d'électrons volts, et présentant une épaisseur comprise entre 1 et 20 nm, à assurer l'injection des électrons à travers la jonction (9) métal - semi-conducteur pour créer, dans le semi-conducteur (8) une charge d'espace suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal (7), et à contrôler à l'aide de la source de polarisation créant un champ électrique dans le vide, la hauteur de la barrière de potentiel de surface ( $V_p$ ) du semi-conducteur de type n, en vue de réguler l'émission vers l'anode du flux d'électrons.



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce			TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Bésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

## **PROCEDE ET DISPOSITIF POUR EXTRAIRE DES ELECTRONS DANS LE VIDE ET CATHODES D'EMISSION POUR UN TEL DISPOSITIF**

### **DOMAINE TECHNIQUE :**

5

La présente invention concerne le domaine de l'émission d'électrons dans le vide, à partir d'une cathode au sens général.

L'objet de l'invention vise ainsi le domaine des sources d'électrons au sens général, adaptées pour être utilisées dans des dispositifs électroniques ou pour  
10 permettre, notamment, la réalisation d'écrans plats.

### **TECHNIQUE ANTERIEURE :**

D'une manière classique, un dispositif d'extraction d'électrons comporte une  
15 cathode d'émission et une anode situées à distance l'une de l'autre et entre lesquelles règne un vide ou un ultra-vide. L'anode et la cathode sont reliées entre elles à l'aide d'une source de polarisation permettant de les placer à un potentiel relatif donné.

En vue d'obtenir l'émission dans le vide d'un flux constant d'électrons à partir de la cathode, il est nécessaire d'extraire les électrons du potentiel dans lequel ils se  
20 trouvent piégés dans le matériau de la cathode. L'extraction des électrons de la cathode peut être obtenue par une technique de chauffage de la cathode, en vue d'élever l'énergie des électrons à une valeur dépassant le travail de sortie qui ne dépend que de l'état de la surface de la cathode. Cette technique connue sous le nom d'émission thermoïonique, possède l'inconvénient de placer la cathode à haute  
25 température (2700 K dans le cas d'une cathode en tungstène par exemple) et, par suite, de présenter une consommation d'énergie et une dissipation de chaleur relativement importantes. Par ailleurs, cette technique d'émission thermoïonique des électrons ne permet pas d'obtenir des sites localisés d'émission des électrons.

Il est connu, par ailleurs, une deuxième technique d'extraction des électrons  
30 par déformation de la barrière de potentiel de surface de la cathode par un champ électrique intense. La hauteur de cette barrière de potentiel ne dépend que de l'état de la surface de la cathode. Cette technique appelée émission de champ, permet d'obtenir

l'émission des électrons à une température dite froide (300 K ou moins). Un inconvénient de cette technique réside dans la nécessité de mettre en oeuvre un vide important ( $10^{-10}$  Torr) pour permettre de stabiliser le courant d'émission des électrons. Par ailleurs, pour obtenir un champ électrique intense, la cathode doit présenter  
5 nécessairement une géométrie en forme de pointe dont la réalisation pratique de réseaux de pointes pose des problèmes relativement importants. De plus, cette technique ne permet pas d'obtenir une émission uniforme des électrons à partir d'une surface plane.

Il est également connu par le document WO 98/06 135, un dispositif  
10 d'extraction d'électrons comportant une cathode située en relation de distance d'une anode. La cathode est constituée d'un film semi-conducteur délimitant une surface d'émission pour les électrons et supportée par une électrode d'injection. La surface d'émission comporte une électrode frontale permettant d'assurer la polarisation de l'électrode d'injection, en vue de déterminer le potentiel de surface du film semi-  
15 conducteur. Le contrôle de cette tension de polarisation permet d'extraire les électrons de la cathode et de réguler l'émission du flux d'électrons vers l'anode.

Il est à noter que l'émission des électrons est due à un phénomène thermoionique dans la mesure où les électrons sont excités par l'apport énergétique provenant des électrons injectés par l'électrode d'injection. De plus, la géométrie de  
20 cette cathode nécessite la mise en oeuvre de moyens techniques dont la réalisation pratique est délicate.

L'analyse des techniques antérieures connues conduit à constater qu'il apparaît le besoin de disposer d'une technique permettant d'extraire des électrons, à faible température et à faible champ électrique, dans un vide à faible pression (à partir  
25 de  $10^{-4}$  Torr), selon une surface d'émission localisée ou uniforme et ne présentant pas de problèmes particuliers de réalisation pratique.

### EXPOSE DE L'INVENTION :

30 L'objet de l'invention vise à satisfaire ce besoin en proposant un procédé permettant de répondre aux différents objectifs énoncés ci-dessus.

Conformément à l'invention vise un procédé pour extraire dans le vide des électrons émis à partir d'une cathode située en relation de distance d'une anode qui est placée à un potentiel donné par rapport à la cathode, à l'aide d'une source de polarisation. Selon l'invention, le procédé consiste :

- 5                   - à réaliser une cathode présentant au moins une jonction entre un métal servant de réservoir d'électrons et un semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons, possédant une hauteur de barrière de potentiel de surface de quelques dixièmes d'électrons volts, et présentant une épaisseur comprise entre 1 et
- 10                  20 nm définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface,
- à assurer l'injection des électrons à travers la jonction métal - semi-conducteur pour créer, dans le semi-conducteur, une charge d'espace suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface
- 15                  du semi-conducteur jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal,
- et à contrôler à l'aide de la source de polarisation créant un champ électrique dans le vide, la hauteur de la barrière de potentiel de
- 20                  surface du semi-conducteur de type n, de manière à modifier de façon réversible, l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur de type n, en vue de réguler l'émission vers l'anode du flux d'électrons.

L'objet de l'invention vise également à proposer un dispositif pour extraire dans le vide, des électrons émis à partir d'une cathode située à distance d'au moins une

25                  anode placée à un potentiel donné par rapport à la cathode à l'aide d'une source de polarisation. Selon l'invention, le dispositif comporte :

- 30                  - une cathode d'émission comportant au moins une jonction entre un métal et un semi-conducteur de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de surface de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons et possédant une épaisseur comprise

entre 1 et 20 nm, définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface,

- et une source de polarisation créant un champ électrique dans le vide permettant, d'une part, d'assurer l'injection des électrons à travers la jonction métal - semi-conducteur pour créer, dans le semi-conducteur, une charge d'espace suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal et, d'autre part, de régler la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n, c'est-à-dire de modifier de façon réversible l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur du type n, en vue de régler l'émission du flux d'électrons.

Un autre objet de l'invention est d'offrir une nouvelle cathode d'émission d'électrons pour un dispositif d'extraction dans le vide comportant :

- une première partie formant réservoir d'électrons et formée par au moins une couche métallique,
- et une deuxième partie formant milieu de conduction pour les électrons injectés dans la couche métallique et formée par un semi-conducteur du type n, définissant avec la couche métallique, une jonction métal - semi-conducteur possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons, et possédant une épaisseur comprise entre 1 et 20 nm définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation et de mise en oeuvre de l'objet de l'invention.

## BREVE DESCRIPTION DES DESSINS :

La fig. 1 est un schéma de principe illustrant un dispositif d'extraction des électrons dans le vide, conforme à l'invention.

La fig. 2 est un diagramme des bandes d'énergie, lorsque le métal est initialement séparé du semi-conducteur, permettant d'expliciter le principe de l'invention.

La fig. 2bis est un diagramme des bandes d'énergie  $E$  (eV) de la cathode en fonction de la position  $x$  prise dans la direction cathode-anode.

Les fig. 3, 4 et 5 sont des diagrammes schématiques des bandes d'énergie de la cathode obtenues selon trois phases caractéristiques du procédé selon l'invention.

La fig. 6 est une courbe illustrant la variation du courant obtenu en fonction de l'application de la tension de polarisation.

La fig. 7 est un schéma illustrant l'évolution du courant d'émission obtenu en fonction du temps, pour différentes valeurs de la tension de polarisation.

Les fig. 8, 9 et 10 illustrent différentes variantes de réalisation d'une cathode plane permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

## MEILLEURE MANIERE DE REALISER L'INVENTION :

20

Tel que cela ressort de la fig. 1, l'objet de l'invention concerne un dispositif 1 permettant d'extraire des électrons dans le vide, comportant une cathode d'émission 2 située à distance d'au moins une anode 3 qui, dans l'exemple illustré, constitue une anode de réception des électrons émis par la cathode 2. La cathode 2 et l'anode 3 définissent entre elles un volume 4 dans lequel règne un vide ( $10^{-4}$  à  $10^{-8}$  Torr) ou l'ultra-vide ( $10^{-8}$  à  $10^{-12}$  Torr). Le dispositif d'extraction 1 comporte également une source de polarisation 5 permettant de placer la cathode 2 à un potentiel donné par rapport à l'anode 3. La réalisation pratique du dispositif d'extraction 1 n'est pas décrite plus précisément dans la suite de la description, dans la mesure où elle est bien connue de l'état de la technique.

30

Conformément à l'invention, le dispositif d'extraction 1 comporte une cathode d'émission 2 comportant une première partie 7 formant un réservoir d'électrons et constituée par au moins une couche métallique. La cathode d'émission 2 comporte

également une deuxième partie 8 formant un milieu de conduction pour les électrons injectés. Le milieu de conduction 8 est formé par un semi-conducteur de type n, définissant avec la couche métallique 7, une jonction électronique 9 métal - semi-conducteur (Schottky). Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, cette  
5 jonction Schottky 9 possède une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, c'est-à-dire comprise entre 0,05 et 1 eV et, de préférence, de l'ordre de 0,1 eV. Les caractéristiques de cette jonction Schottky imposent le choix du couple de matériaux adéquates métal 7 et semi-conducteur 8 de type n. Par exemple, pour un métal 7 qui est le platine, la couche semi-conductrice 8 peut être  
10 soit du SiC (carbure de silicium) de type n, soit du TiO<sub>2</sub> (rutile) de type n, obtenus par pulvérisation.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le semi-conducteur de type n, présente une surface d'émission 11 pour les électrons extraits dans le vide 4. Le semi-conducteur 8 présente une épaisseur définie entre la jonction  
15 Schottky 9 et la surface d'émission 11, comprise entre 1 et 20 nm. La valeur de cette épaisseur est définie par la valeur de l'abaissement souhaitée pour la barrière de potentiel de surface. L'épaisseur du semi-conducteur 8 peut être, par exemple, de l'ordre de 5 nm pour des couches semi-conductrices de SiC (carbure de silicium) de type n ou de TiO<sub>2</sub> (oxyde de titane ou rutile) de type n sur une couche métallique de  
20 platine. Selon une caractéristique préférée de réalisation, le semi-conducteur 8 est du type n à large gap, c'est-à-dire supérieur ou égal à 3 eV.

La fig. 2 illustre les bandes d'énergie de la couche métallique 7 et du semi-conducteur 8 par rapport au vide 4, lorsqu'ils se trouvent séparés l'un de l'autre. La couche métallique 7 présente un niveau de Fermi  $E_f$  et un travail de sortie  $\Phi_m$  entre  
25 le niveau de Fermi et le niveau  $V_0$  du potentiel du vide 4. Le semi-conducteur 8 présente une bande interdite de largeur  $E_g$ , une bande de conduction de niveau  $E_c$ , un niveau de Fermi  $E_f$ , ainsi qu'une affinité électronique  $\chi$  par rapport au niveau  $V_0$  du potentiel du vide 4. Lors de la réalisation de la jonction Schottky entre la couche métallique 7 et le semi-conducteur 8 de type n, il se produit un ajustement d'énergie  
30 conduisant à un même niveau de Fermi et de potentiel du vide 4. Ainsi, tel que cela ressort de la fig. 2bis, la cathode 2 ainsi réalisée présente une couche métallique 7



avec un niveau de Fermi  $E_f$  et définissant avec le semi-conducteur 8 de type n, une jonction Schottky 9. A la surface 11 du semi-conducteur 8, il existe une barrière de potentiel de surface  $V_p$ .

Le dispositif d'extraction 1 selon l'invention permet par l'intermédiaire de la source de polarisation 5, l'émission des électrons qui s'effectue selon un processus série en deux étapes. La première étape représente l'injection des électrons dans le semi-conducteur 8 pour former une charge d'espace  $Q$  suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8 jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal 7. Cette première étape est suivie d'une deuxième étape qui consiste à réguler de manière réversible, l'émission des électrons vers l'anode 3 à l'aide de la source de polarisation 5 créant un champ électrique  $F$  dans le vide 4 permettant de contrôler la hauteur de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8.

La fig. 2bis permet d'illustrer le processus d'émission des électrons selon deux étapes consécutives. Lors de la première étape  $et_1$ , la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8 est abaissée jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi  $E_f$  du métal 7. La différence d'énergie entre la valeur maximum de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur 8 et le niveau de Fermi du métal 7 est représentée par  $\Delta\phi E$ . Cet abaissement de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur 8 (passage de la courbe  $C_0$  à la courbe  $C_1$ ) est dû à l'injection, par l'intermédiaire de la source de polarisation 5, des électrons à travers la jonction 9 et à la création de la charge d'espace  $Q$  dans le semi-conducteur 8. L'abaissement de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur 8 est une fonction croissante de la charge d'espace  $Q$  qui est elle-même une fonction inverse de l'épaisseur du semi-conducteur 8.

Lors de la deuxième étape  $et_2$ , l'émission des électrons vers l'anode 3 est régulée à l'aide de la source de polarisation 5 qui crée dans le vide 4, un champ électrique  $F$  variable qui permet de moduler la barrière de potentiel de surface  $V_p$ . La barrière de potentiel de surface  $V_p$  (courbes  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ) est abaissée pour des valeurs de plus en plus élevées pour la valeur du champ électrique  $F$ . Il peut ainsi être distingué dans l'étape  $et_2$ , trois comportements caractéristiques de la cathode par

rapport à la valeur du champ électrique  $F$  créé dans le vide à l'aide de la source de polarisation 5, illustrés plus particulièrement aux fig. 3 à 5.

La fig. 3 illustre un premier comportement de l'anode 2 pour laquelle la tension appliquée par la source de polarisation 5 est inférieure à une valeur de seuil  $V_s$ , à partir de laquelle il peut être mesuré un courant d'électrons. Pour cette valeur de tension, il est appliqué un champ électrique  $F$  conduisant à un premier abaissement  $a_1$  de la hauteur de la barrière de potentiel de surface résultant de la courbure de bande due à la pénétration du champ électrique  $F$  et à la création d'une charge d'espace  $Q$  suite à l'injection des électrons du métal 7 dans le semi-conducteur 8. Il est obtenu également un abaissement  $a_2$  de la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur en raison de l'effet Schottky. Il est à noter que la présence du champ électrique  $F$  conduit également à une déformation de la barrière du potentiel de surface du semi-conducteur 8. Dans l'exemple illustré à la fig. 3, l'abaissement du potentiel total ( $a_1 + a_2$ ) de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur, obtenu par un champ électrique donné correspondant à une tension faible et inférieure à la tension de seuil  $V_s$ , n'est pas suffisante pour permettre l'émission d'électrons. La barrière de potentiel de surface  $V_p$  est donc trop haute pour permettre l'émission d'électrons dans le vide 4. Les électrons injectés à travers la jonction électronique 9 se trouve piégés à l'intérieur du semi-conducteur 8. Il doit être considéré que la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type  $n$ , est supérieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur 8. La fig. 6 montre dans la partie A de la courbe de courant  $I$  en fonction du potentiel  $V$  de la source 5, la caractéristique de courant obtenu selon cette première phase de fonctionnement.

La fig. 4 illustre un deuxième comportement caractéristique de l'anode 2 pour une tension de polarisation appliquée, supérieure à la tension de seuil  $V_s$ . Le champ électrique  $F$  ainsi créé est tel que la hauteur de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8 est sensiblement égale au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur. L'abaissement ( $a_1 + a_2$ ) de la hauteur de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur est alors suffisant pour permettre la sortie par effet tunnel, des électrons. Il est ainsi obtenu une surface d'émission 11 à faible affinité électronique résultant de la présence de la charge d'espace  $Q$  et de la pénétration du champ

électrique. Le courant d'émission de champ  $I$  qui est illustré par la partie B de la courbe de la fig. 6, est gouverné par la relation de Fowler Nordheim caractéristique de l'émission d'électrons par effet tunnel.

La fig. 5 illustre un troisième comportement caractéristique de la cathode lorsque la tension de polarisation  $V$  est très supérieure à la tension de seuil  $V_s$ . La tension de polarisation  $V$  est telle que le champ électrique créé  $F$  est adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8 soit inférieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur 8. Il est ainsi obtenu une surface d'émission 11 à affinité électronique négative. Le mécanisme d'émission des électrons relève d'une émission thermoïonique en considérant que l'injection des électrons est obtenue à partir de la jonction 9 métal - semi-conducteur. La partie C de la courbe de la fig. 6 illustre la forme du courant  $I$  en fonction de la tension  $V$  appliquée pour ce troisième comportement. Il doit être considéré que l'émission de courant fonctionnant en régime thermoïonique, n'est pas sensible aux petites variations de la barrière de vide dues à l'adsorption. Tel que cela apparaît plus précisément sur la fig. 7, la stabilité du courant augmente avec l'accroissement de la tension de polarisation  $V$  parce que l'injection d'électrons n'est pas affectée par les modifications susceptibles d'apparaître dans le vide 4.

Le procédé selon l'invention permet ainsi de réguler l'émission du flux d'électrons à partir du contrôle de la hauteur de la barrière de potentiel de surface  $V_p$  du semi-conducteur 8, qui est directement liée à la valeur de la tension de polarisation  $V$ . Dans cette seconde étape, il peut être obtenu une surface d'émission n'émettant pas d'électrons (fig. 3), présentant une affinité électronique faible (fig. 4) ou négative (fig. 5).

Un avantage de la technique selon l'invention est de présenter une interface d'injection qui est une jonction solide entre un métal et un semi-conducteur. L'injection d'électrons est donc protégée des influences de l'environnement, telles que les phénomènes d'adsorption, de désorption, les bombardements ioniques, etc. Par ailleurs, la surface d'émission de la cathode après la première étape et<sub>1</sub>, est une surface à affinité électronique faible ou négative. L'émission d'électrons n'est pratiquement pas sensible aux influences de l'environnement, telles que les phénomènes d'adsorption, de désorption, les bombardements ioniques, etc. Par ailleurs, il est à noter que le courant d'émission est très sensible à la température de sorte qu'il peut être prévu d'assurer le contrôle de la température de la cathode afin de régler le flux du faisceau d'électrons émis.

De la description qui précède, il ressort que la surface d'émission est directement dépendante de la distribution du champ électrique sur la surface d'émission 11 de la cathode. Aussi, la présence de protubérances ou de saillies sur la face d'émission 11 permet de confiner l'émission des électrons au niveau de ses protubérances. Bien entendu, il peut  
5 aussi être envisagé que l'émission des électrons s'effectue à partir d'une surface plane.

Les fig. 8 à 10 décrivent différents exemples de réalisation d'une cathode 2 pour la mise en oeuvre du procédé d'extraction conforme à l'invention. Selon un avantage de l'invention, la cathode 2 peut être réalisée à partir des technologies planaires classiques de fabrication en micro-électronique.

10 La fig. 8 décrit une cathode 2 comportant une première partie formant un réservoir d'électrons et constituée par une couche métallique 7 portée par un substrat 13 métallique, semi-conducteur ou isolant. La couche métallique 7 est revêtue d'une couche d'un semi-conducteur 8 de type n permettant de constituer la jonction Schottky 9. La couche semi-conductrice 8, réalisée par les technologies  
15 classiques de dopage en micro-électronique, telles que par implantation ionique ou par un dépôt, par exemple de type CVD, pulvérisation, évaporation, sous vide ou PVD. Dans cet exemple de réalisation, la surface d'émission 11 est sensiblement plane. Selon une autre forme de réalisation découlant de celle illustrée à la fig. 9, il est prévu de réaliser une surface d'émission 11 présentant des protubérances ou des saillies 14 en  
20 des endroits déterminés. A cet effet, il est prévu de réaliser un substrat 13 en un semi-conducteur ou en métal dont la face destinée à recevoir la couche métallique 7 est gravée par des techniques de lithographie, de manière à permettre la réalisation de protubérances, destinées à recevoir en superposition, la couche métallique 7 et la couche de semi-conducteur 8 de type n. Tel que cela apparaît clairement sur la fig. 9,  
25 l'élément semi-conducteur 8 présente ainsi une surface d'émission 11 présentant des zones localisées 14 pour un confinement spatial des électrons d'émission au niveau de l'extrémité de ses protubérances 14.

La fig. 10 illustre une autre variante de réalisation d'une cathode 2 conforme à l'invention comportant une couche métallique 7 déposée sur un substrat isolant 13.  
30 L'ensemble ainsi constitué est soumis à un bombardement ionique pour permettre l'apparition de protubérances en forme de pointes 15 et formant un élément 8 semi-

conducteur de type n. Il apparaît ainsi une jonction 9 métal - semi-conducteur au niveau de la protubérance traversant la couche métallique 7.

Le dispositif d'extraction d'électrons selon l'invention trouve de nombreuses applications dans le domaine de l'électronique, notamment pour constituer une source pour composants électroniques sous vide ou pour réaliser des écrans plats. Dans l'application de l'objet de l'invention à la fabrication d'écrans plats, il peut être prévu classiquement de mettre en oeuvre une première électrode d'extraction des électrons placée en relation de proximité de l'anode et laissant passer les faisceaux d'électrons dont l'intensité est modulée localement pour chaque pixel de l'écran. Ces faisceaux sont récupérés par une anode de réception placée en aval de l'anode d'extraction par rapport à la cathode d'émission. Il est noter que la réalisation du substrat 13 portant la couche métallique 7 en un matériau semi-conducteur, offre la possibilité d'intégrer dans le substrat, des composants électroniques actifs pour contrôler localement l'émission des électrons.

L'objet de l'invention trouve une autre application particulièrement avantageuse pour la production de faisceaux d'électrons parallèles et uniformes pour la lithographie électronique à projection.

Dans les exemples de réalisation décrits en relation des fig. 8 à 10, le substrat 13 présente une géométrie plane. Une telle géométrie est particulièrement adaptée pour les dispositifs nécessitant une source d'électrons planaire (par exemple écrans plats de dimensions pouvant atteindre le  $m^2$  ou plus, des composants électroniques de dimensions plus réduites de l'ordre du  $mm^2$  ou de plusieurs dizaines de  $cm^2$ ). Bien entendu, le substrat 13 peut présenter d'autres types de géométries en fonction de leur application. Par exemple, le substrat 13 peut posséder une géométrie du type pointe individuelle ou tête d'épingle individuelle pour la réalisation des cathodes dans les canons à électrons individuels. Ces canons sont utilisés notamment dans les microscopes électroniques ou les tubes cathodiques.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

**REVENDEICATIONS :**

1 - Procédé pour extraire dans le vide (4), des électrons émis à partir d'une cathode (2) située en relation de distance d'une anode (3) qui est placée à un potentiel donné par rapport à la cathode, à l'aide d'une source de polarisation (5), caractérisé en

5 ce qu'il consiste :

- à réaliser une cathode (2) présentant au moins une jonction (9) entre un métal (7) servant de réservoir d'électrons et un semi-conducteur (8) de type n, présentant une surface d'émission (11) pour les électrons, possédant une hauteur de barrière de potentiel de surface de quelques dixièmes d'électrons volts, et présentant une épaisseur comprise entre 1 et 20 nm, définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface,
- à assurer l'injection des électrons à travers la jonction (9) métal - semi-conducteur pour créer, dans le semi-conducteur (8) une charge d'espace (Q) suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal (7),
- et à contrôler à l'aide de la source de polarisation (5) créant un champ électrique dans le vide, la hauteur de la barrière de potentiel de surface ( $V_p$ ) du semi-conducteur de type n, de manière à modifier de façon réversible, l'affinité électronique de la surface du semi-conducteur de type n, en vue de réguler l'émission vers l'anode du flux d'électrons.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface ( $V_p$ ) du semi-conducteur de type n soit supérieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur de type n, en vue d'obtenir une surface d'émission n'émettant pas d'électrons.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface ( $V_p$ ) du semi-conducteur de type n

soit sensiblement égale au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur du type n, en vue d'obtenir une surface d'émission à faible affinité électronique.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à régler la source de polarisation (5), en vue de créer un champ électrique adapté de manière que la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n soit inférieure au niveau des états occupés par les électrons dans le semi-conducteur de type n, en vue d'obtenir une surface d'émission à affinité électronique négative.

5 - Procédé selon l'une des revendications 1, 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il consiste à assurer le contrôle de la température de la cathode (2), afin de régler le flux du faisceau d'électrons émis.

6 - Dispositif pour extraire dans le vide (4), des électrons émis à partir d'une cathode (2) située à distance d'au moins une anode (3) placée à un potentiel donné par rapport à la cathode à l'aide d'une source de polarisation (5), caractérisé en ce qu'il comporte :

- une cathode d'émission (2) comportant au moins une jonction (9) entre un métal (7) et un semi-conducteur (8) de type n, possédant une hauteur de barrière de potentiel de surface de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission pour les électrons et possédant une épaisseur comprise entre 1 et 20 nm définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface,
- et une source de polarisation (5) créant un champ électrique dans le vide (4) permettant, d'une part, d'assurer l'injection des électrons à travers la jonction (9) métal - semi-conducteur pour créer, dans le semi-conducteur (8), une charge d'espace (Q) suffisante pour abaisser la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur jusqu'à une valeur inférieure ou égale à 1 eV par rapport au niveau de Fermi du métal (7) et, d'autre part, de régler la hauteur de la barrière de potentiel de surface du semi-conducteur de type n, c'est-à-dire de modifier de façon réversible l'affinité électronique de la

surface du semi-conducteur de type n, en vue de régler l'émission du flux d'électrons.

7- Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une électrode d'extraction des électrons suivie d'une anode de réception des électrons extraits.

8 - Cathode d'émission d'électrons pour un dispositif d'extraction dans le vide d'un faisceau d'électrons, conforme à la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- une première partie formant réservoir d'électrons et formée par au moins une couche métallique (7),
- et une deuxième partie formant milieu de conduction pour les électrons injectés dans la couche métallique et formée par un semi-conducteur (8) de type n, définissant avec la couche métallique, une jonction (9) métal - semi-conducteur possédant une hauteur de barrière de potentiel de quelques dixièmes d'électrons volts, le semi-conducteur de type n, présentant une surface d'émission (11) pour les électrons, et possédant une épaisseur comprise entre 1 et 20 nm définie par la valeur de l'abaissement souhaitée de la barrière de potentiel de surface.

9 - Cathode d'émission selon la revendication 8, caractérisée en ce que la jonction électronique possède une hauteur de barrière de potentiel comprise entre 0,05 eV et 0,5 eV et, de préférence, de l'ordre de 0,1 eV.

10 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que la première partie formant réservoir d'électrons est formée par une couche métallique (7) portée par un substrat (13) métallique, semi-conducteur ou isolant.

11 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n possède une surface d'émission (11) pour les électrons, sensiblement plane.

12 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission (11) pour les électrons, présentant des protubérances (14, 15) permettant une émission confinée des électrons en regard de chacune d'entre elles.



13 - Cathode selon la revendication 11, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission (11) pour les électrons présentant des protubérances (14) réalisées par des techniques de lithographie en des endroits déterminés.

5           14 - Cathode selon la revendication 11, caractérisée en ce que le semi-conducteur (8) de type n, possède une surface d'émission pour les électrons présentant des protubérances (15) en forme de pointe, obtenues par un bombardement ionique de la couche métallique déposée sur un substrat isolant.

10           15 - Cathode selon la revendication 8, caractérisée en ce que la première partie formant réservoir d'électrons est formée par une couche métallique (7) portée par un substrat semi-conducteur dans lequel sont aménagés des composants actifs pour contrôler localement l'émission des électrons.

15           16 - Cathode selon la revendication 10, caractérisée en ce que le substrat (13) possède une géométrie de pointe individuelle ou en tête d'épingle pour des canons à électrons individuels.

          17 - Application d'une cathode selon l'une des revendications 10 à 15, à la production de faisceaux d'électrons parallèles et uniformes pour la lithographie électronique à projection.

20           18 - Application d'une cathode selon l'une des revendications 10 à 15, à la production de faisceaux d'électrons parallèles dont l'intensité est modulée localement pour chaque pixel d'un écran plat.

1/8

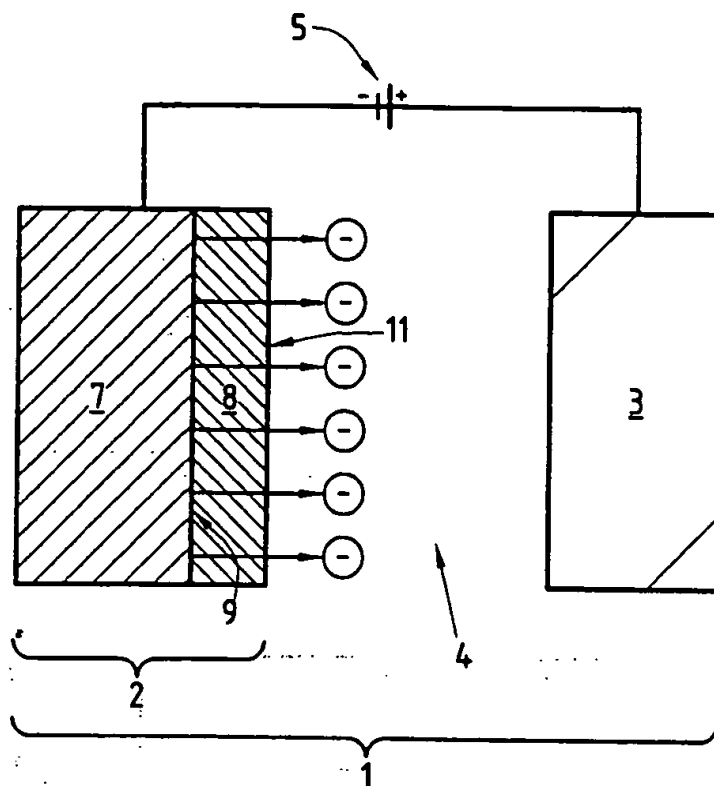
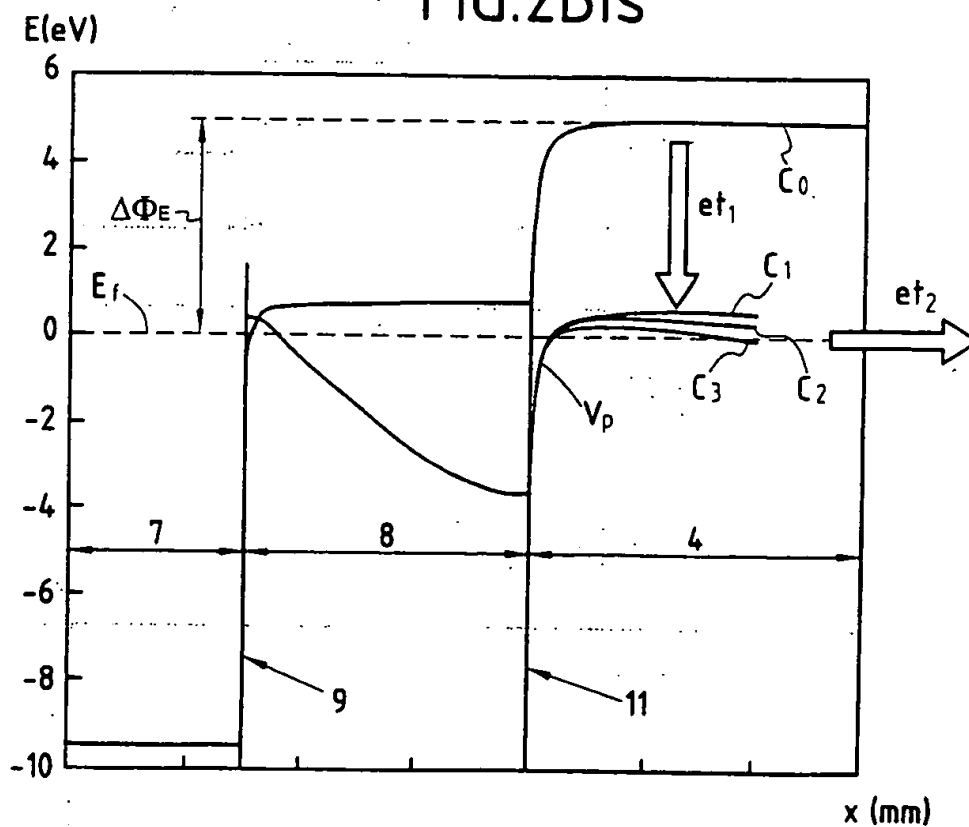


FIG.1

FIG.2Bis



2/8

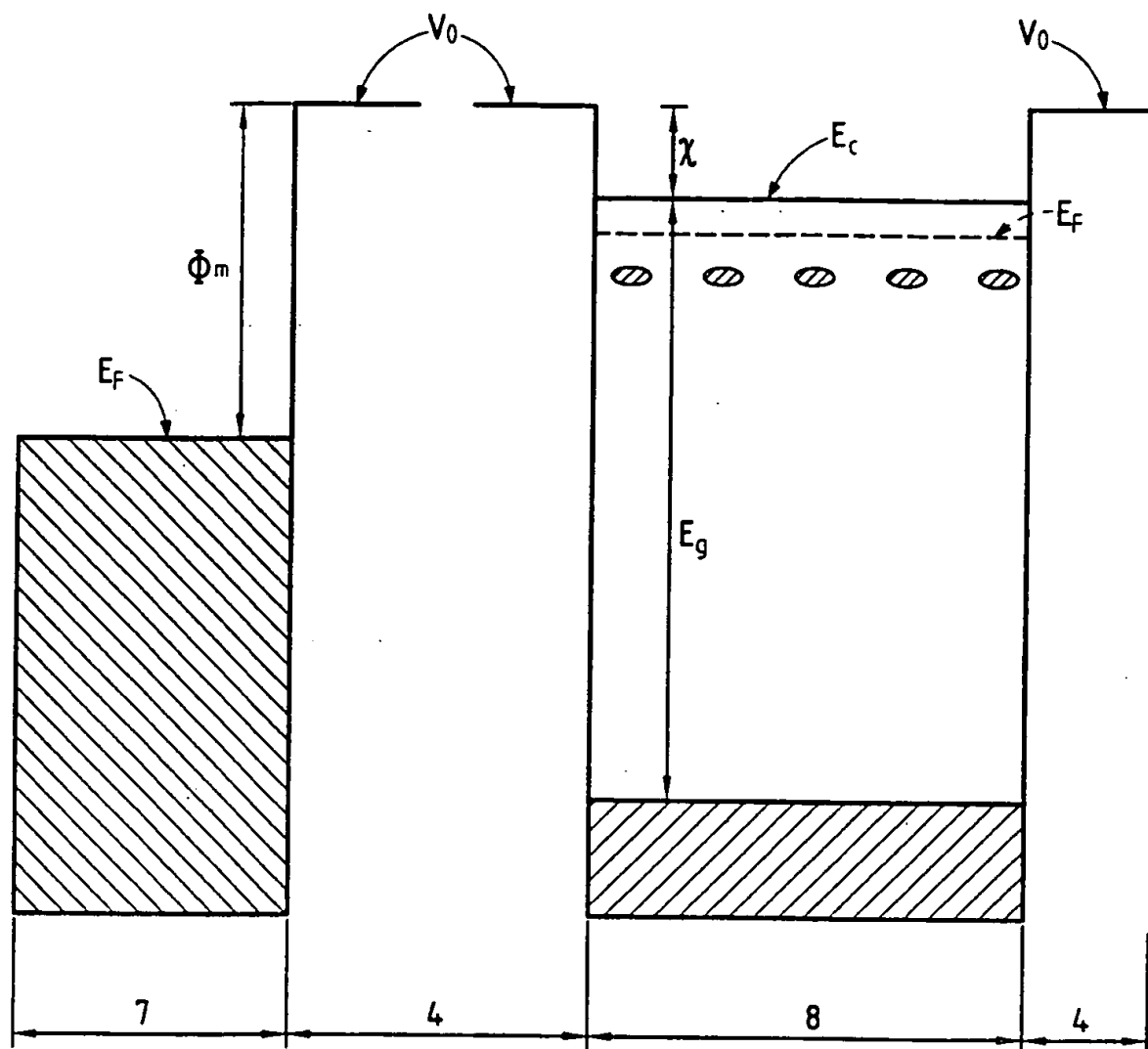


FIG.2

3/8

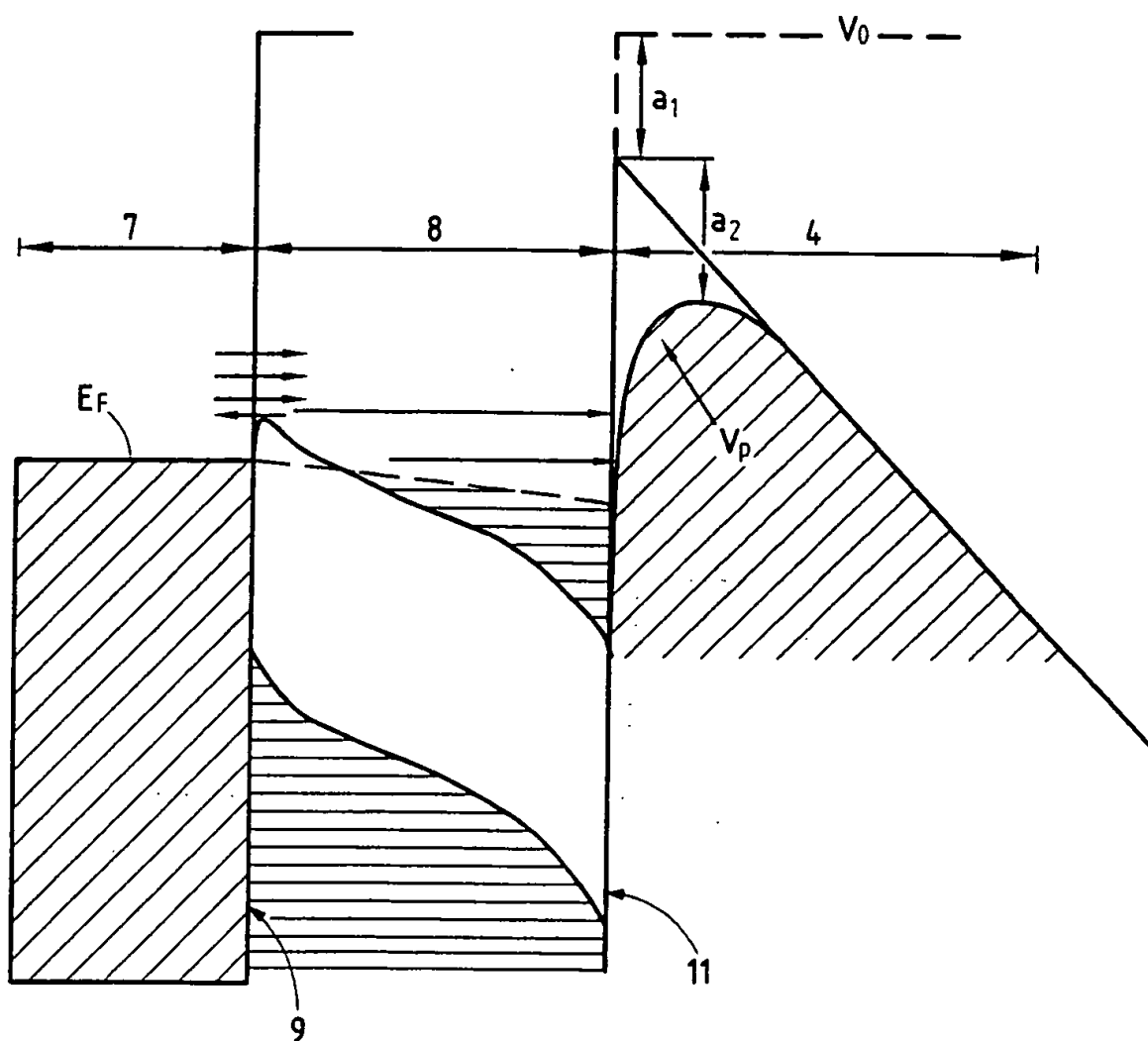


FIG.3

4/8

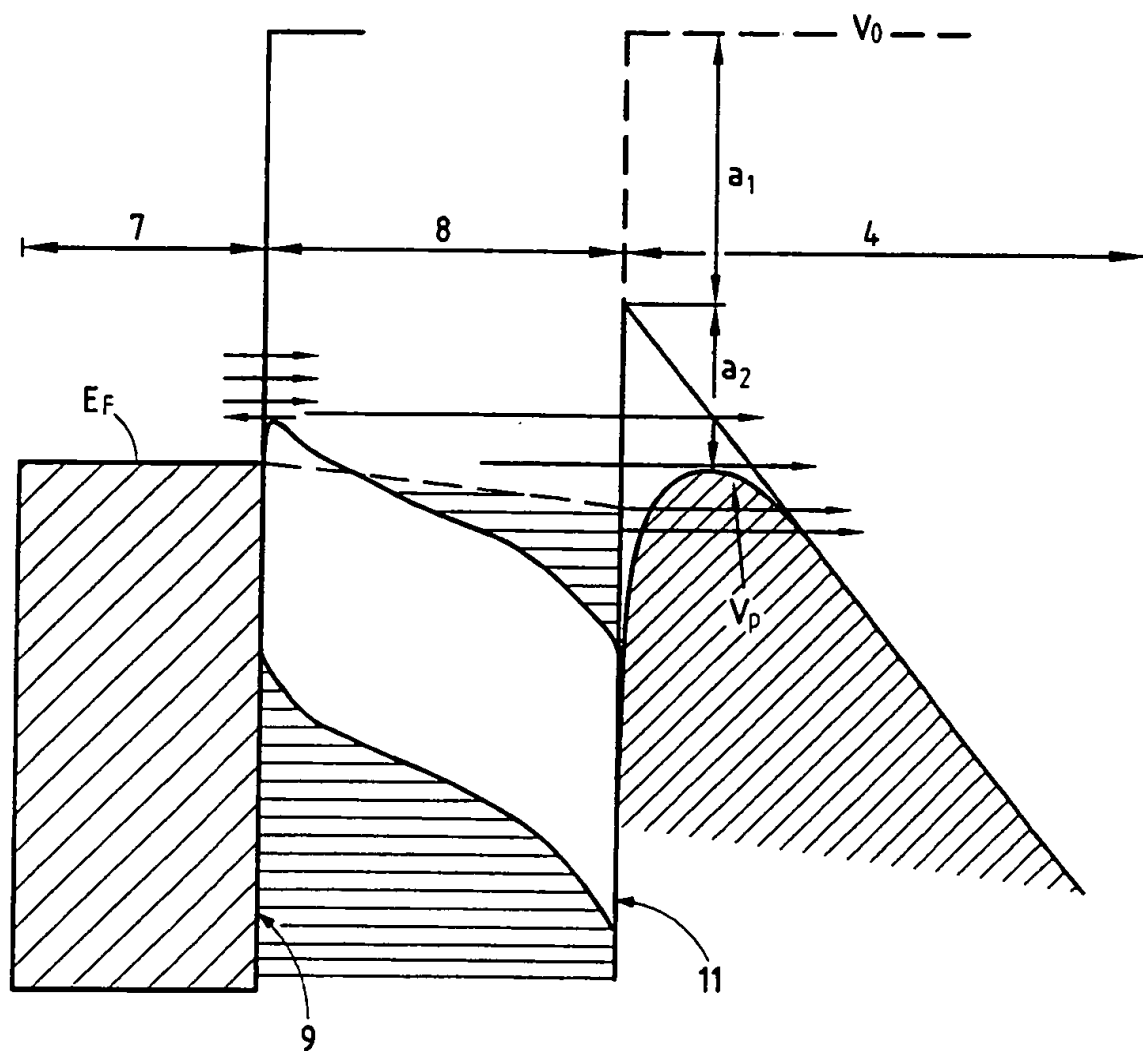


FIG.4

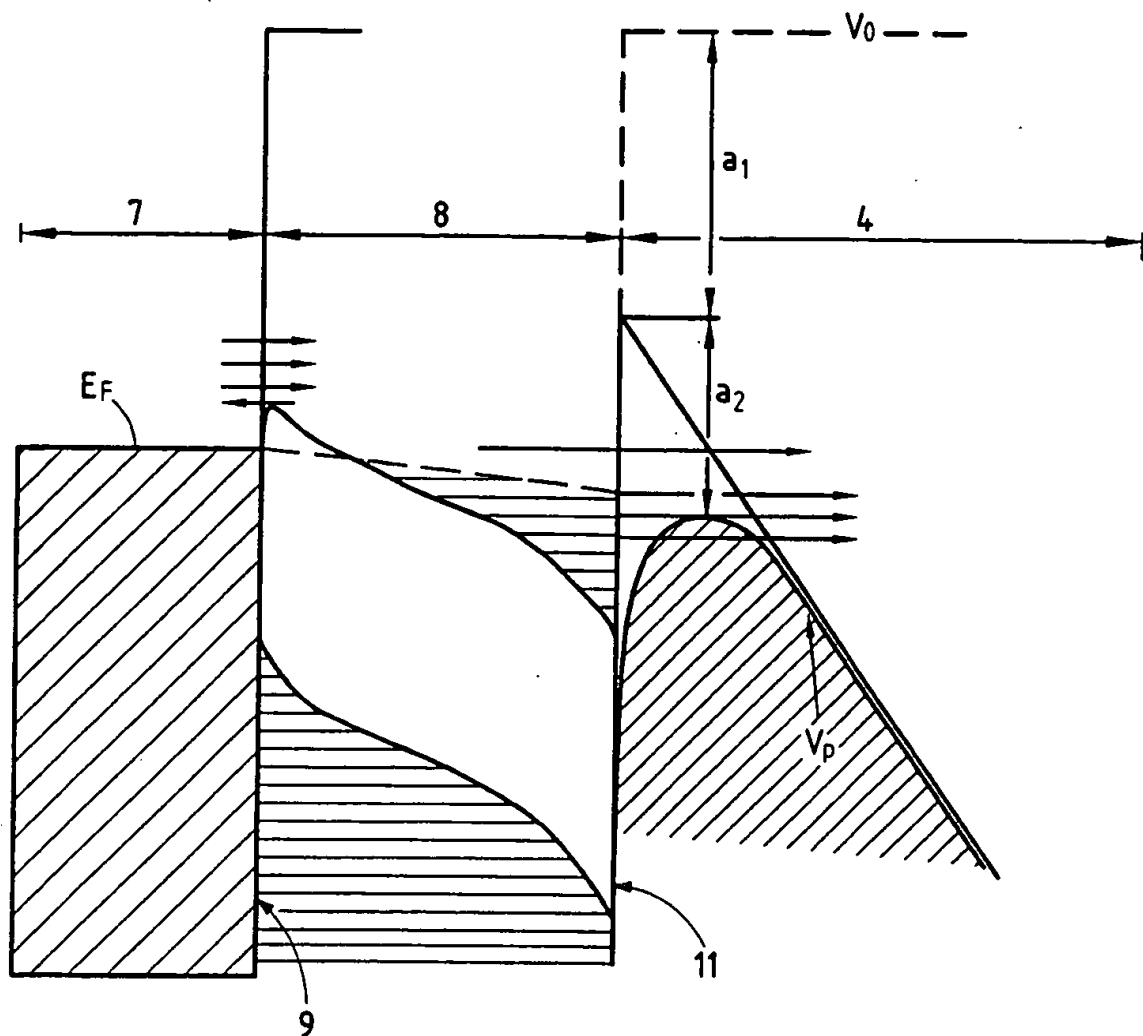


FIG.5

6/8

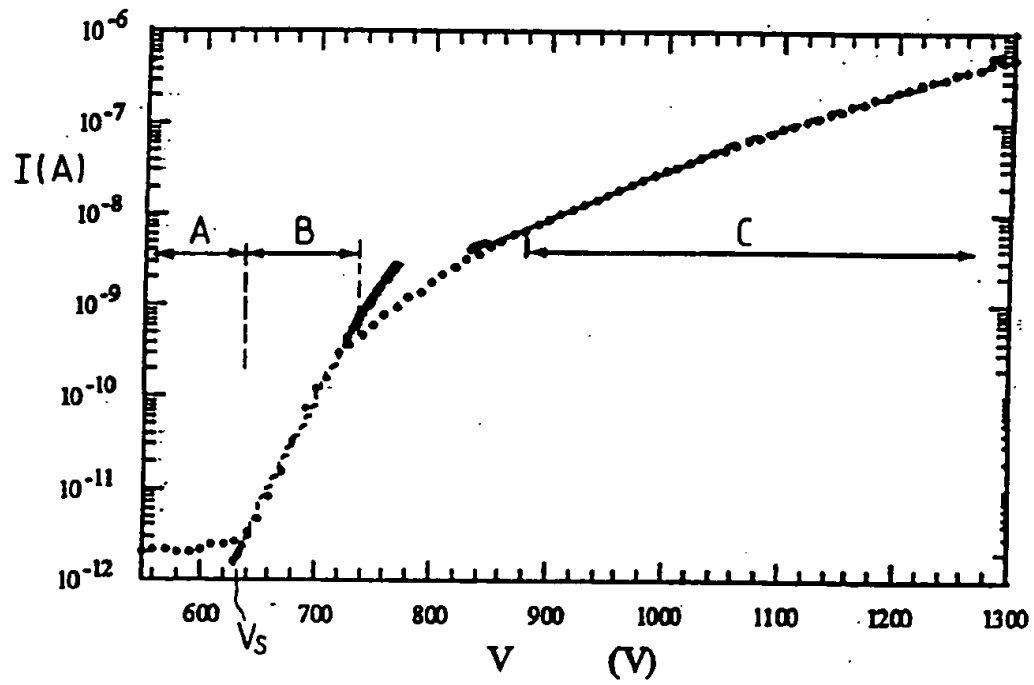


FIG.6

7/8

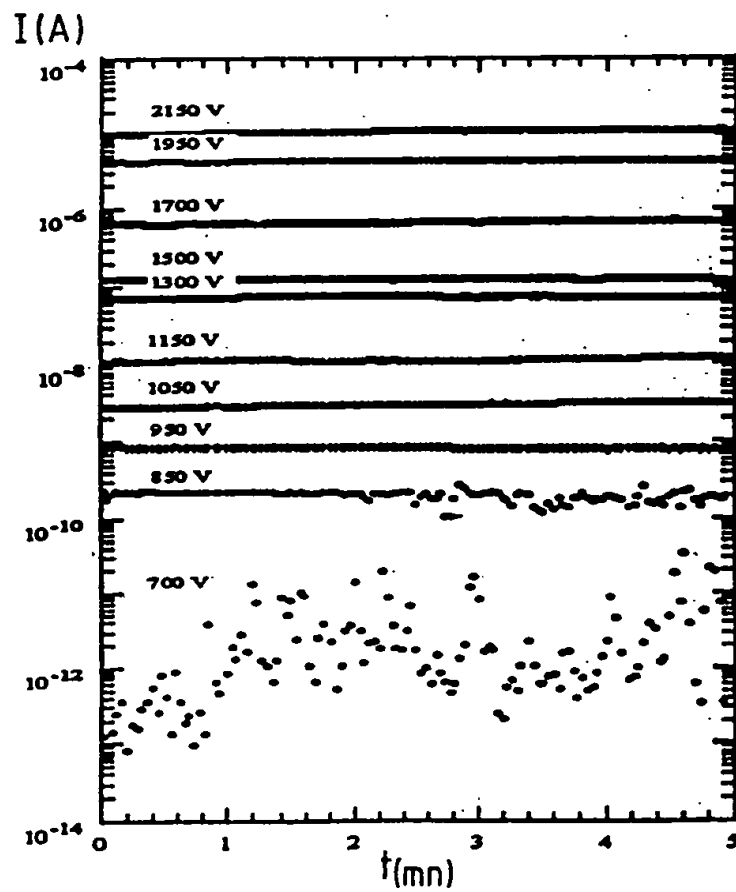


FIG.7



8/8

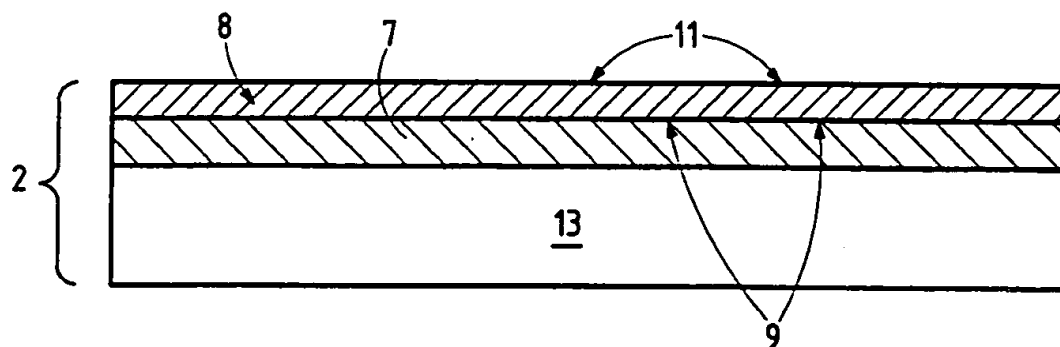


FIG. 8

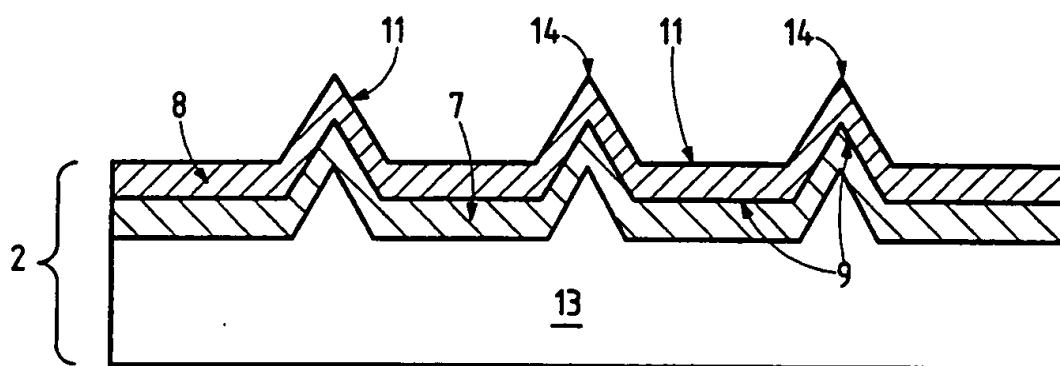


FIG. 9

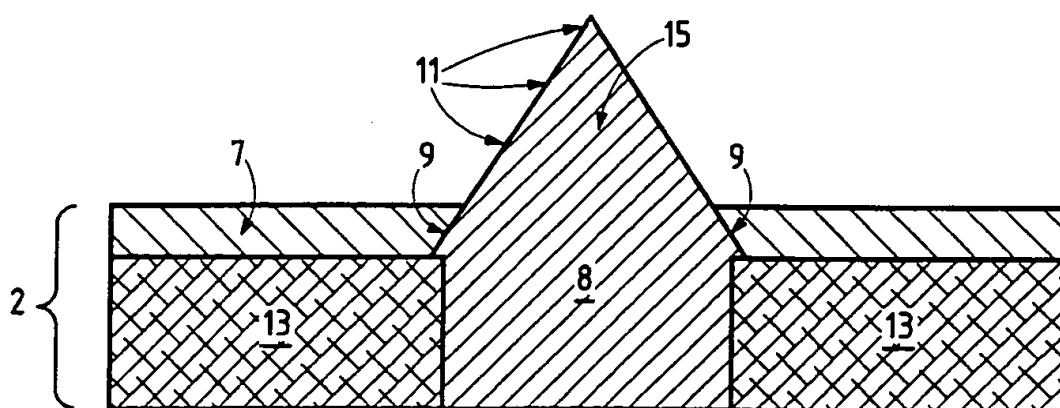


FIG. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01297

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01J1/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 06135 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 12 February 1998 (1998-02-12) cited in the application page 5, line 7 -page 6, line 1; claims 1-10	1,6,8,18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 167 (E-1528), 22 March 1994 (1994-03-22) & JP 05 342983 A (SAAMOBONITSUKU:KK;OTHERS: 01), 24 December 1993 (1993-12-24) abstract	1
X	US 3 114 070 A (R.STRATTON) 10 December 1963 (1963-12-10) column 2, line 17 - line 71; claims 1,2	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2000

Date of mailing of the international search report

05/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van den Bulcke, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No

PCT/FR 00/01297

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 098 168 A (P.AIGRAIN) 16 July 1963 (1963-07-16) claims 1-9 ---	6-8
X	US 3 916 227 A (MOHR WALTER ET AL) 28 October 1975 (1975-10-28) claims 1-10 ---	1,6,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31 May 1996 (1996-05-31) & JP 08 007746 A (FUJITSU LTD), 12 January 1996 (1996-01-12) abstract ---	1
A	SUGINO T ET AL: "Electron emission characteristics of metal/diamond field emitters", DIAMOND AND RELATED MATERIALS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, VOL. 6, NR. 5-7, PAGE(S) 889-892 XP004081165 ISSN: 0925-9635 page 890 ---	1
A	US 5 359 257 A (BUNCH KYLE J ET AL) 25 October 1994 (1994-10-25) ---	
A	US 5 266 867 A (SAKURAI HIROSHI) 30 November 1993 (1993-11-30) ---	
A	FR 1 225 675 A (METROPOLITAN-VICKERS ELECTRICAL) 4 July 1960 (1960-07-04) ---	
A	FR 964 760 A (A.MIRLES ET AL.) 24 August 1950 (1950-08-24) ---	
A	EP 0 696 043 A (HITACHI LTD) 7 February 1996 (1996-02-07) ---	
A	US 3 121 809 A (M.ATALIA) 18 February 1964 (1964-02-18) ---	
A	H.J.IM ET AL.: "ballistic electron emission microscopy study of schottky contacts on 6H- and 4H-SiC" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 72, no. 7, 16 February 1998 (1998-02-16), pages 839-841, XP002126517 ---	
A	GEIS M W ET AL: "THEORY AND EXPERIMENTAL RESULTS OF A NEW DIAMOND SURFACE-EMISSION CATHODE", THE LINCOLN LABORATORY JOURNAL,US,NEW YORK,NY, VOL. 10, NR. 1, PAGE(S) 3-18 XP000749210 -----	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. J. Appl. Application No

PCT/FR 00/01297

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9806135	A	12-02-1998	EP 0858673	A	19-08-1998
			JP 11513186	T	09-11-1999
			US 6046542	A	04-04-2000
JP 05342983	A	24-12-1993	NONE		
US 3114070	A	10-12-1963	DE 1099653	B	
			GB 853352	A	
US 3098168	A	16-07-1963	CH 363096	A	
			DE 1226716	B	
			FR 1204367	A	26-01-1960
			GB 923143	A	
US 3916227	A	28-10-1975	US 3821773	A	28-06-1974
JP 08007746	A	12-01-1996	NONE		
US 5359257	A	25-10-1994	NONE		
US 5266867	A	30-11-1993	JP 4363835	A	16-12-1992
			US 5352477	A	04-10-1994
FR 1225675	A	04-07-1960	NONE		
FR 964760	A	24-08-1950	NONE		
EP 0696043	A	07-02-1996	DE 69515389	D	13-04-2000
			JP 8222163	A	30-08-1996
			US 5616926	A	01-04-1997
US 3121809	A	18-02-1964	BE 622805	A	
			FR 1341703	A	31-01-1964
			NL 283434	A	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Doc. de Internationale No

PCT/FR 00/01297

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01J1/30

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 98 06135 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 12 février 1998 (1998-02-12) cité dans la demande page 5, ligne 7 -page 6, ligne 1; revendications 1-10	1,6,8,18
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 167 (E-1528), 22 mars 1994 (1994-03-22) & JP 05 342983 A (SAAMOBONITSUKU:KK;OTHERS: 01), 24 décembre 1993 (1993-12-24) abrégé --- -/--	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/07/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Van den Bulcke, E

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De... de internationale No

PCT/FR 00/01297

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 114 070 A (R.STRATTON) 10 décembre 1963 (1963-12-10) colonne 2, ligne 17 - ligne 71; revendications 1,2 ---	1
X	US 3 098 168 A (P.AIGRAIN) 16 juillet 1963 (1963-07-16) revendications 1-9 ---	6-8
X	US 3 916 227 A (MOHR WALTER ET AL) 28 octobre 1975 (1975-10-28) revendications 1-10 ---	1,6,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31 mai 1996 (1996-05-31) & JP 08 007746 A (FUJITSU LTD), 12 janvier 1996 (1996-01-12) abrégé ---	1
A	SUGINO T ET AL: "Electron emission characteristics of metal/diamond field emitters", DIAMOND AND RELATED MATERIALS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, VOL. 6, NR. 5-7, PAGE(S) 889-892 XP004081165 ISSN: 0925-9635 page 890 ---	1
A	US 5 359 257 A (BUNCH KYLE J ET AL) 25 octobre 1994 (1994-10-25) ---	
A	US 5 266 867 A (SAKURAI HIROSHI) 30 novembre 1993 (1993-11-30) ---	
A	FR 1 225 675 A (METROPOLITAN-VICKERS ELECTRICAL) 4 juillet 1960 (1960-07-04) ---	
A	FR 964 760 A (A.MIRLES ET AL.) 24 août 1950 (1950-08-24) ---	
A	EP 0 696 043 A (HITACHI LTD) 7 février 1996 (1996-02-07) ---	
A	US 3 121 809 A (M.ATALIA) 18 février 1964 (1964-02-18) ---	
A	H.J.IM ET AL.: "ballistic electron emission microscopy study of schottky contacts on 6H- and 4H-SiC" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 72, no. 7, 16 février 1998 (1998-02-16), pages 839-841, XP002126517 ---	
	-/--	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Des. de Internationale No

PCT/FR 00/01297

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>GEIS M W ET AL: "THEORY AND EXPERIMENTAL RESULTS OF A NEW DIAMOND SURFACE-EMISSION CATHODE", THE LINCOLN LABORATORY JOURNAL, US, NEW YORK, NY, VOL. 10, NR. 1, PAGE(S) 3-18 XP000749210</p> <p>-----</p>	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Del. Je internationale No

PCT/FR 00/01297

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9806135 A	12-02-1998	EP 0858673 A JP 11513186 T US 6046542 A	19-08-1998 09-11-1999 04-04-2000
JP 05342983 A	24-12-1993	AUCUN	
US 3114070 A	10-12-1963	DE 1099653 B GB 853352 A	
US 3098168 A	16-07-1963	CH 363096 A DE 1226716 B FR 1204367 A GB 923143 A	26-01-1960
US 3916227 A	28-10-1975	US 3821773 A	28-06-1974
JP 08007746 A	12-01-1996	AUCUN	
US 5359257 A	25-10-1994	AUCUN	
US 5266867 A	30-11-1993	JP 4363835 A US 5352477 A	16-12-1992 04-10-1994
FR 1225675 A	04-07-1960	AUCUN	
FR 964760 A	24-08-1950	AUCUN	
EP 0696043 A	07-02-1996	DE 69515389 D JP 8222163 A US 5616926 A	13-04-2000 30-08-1996 01-04-1997
US 3121809 A	18-02-1964	BE 622805 A FR 1341703 A NL 283434 A	31-01-1964